

## 【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

多孔板または散気管を持つ容器に粉粒体を投入し、気体を多孔板または散気管を通して流入させ、この気体の流速を増して、気体の速度に対応した粉粒体に作用する上向きの力と粉粒体の重力を釣り合った状態にさせると、粉粒体はいわゆる流動状態を呈する。この流動層内では粉粒体は上昇する気流によって活発な運動を行っており、層全体の温度をほとんど一定に保つことができると共に、その制御も容易であることから、流動層炉は様々な工業分野において広く利用されている。例えば、近年、製鉄、製鋼用原料として注目されているアイアンカーバイドを製造するために流動層による製造プロセスが使用されており、鉄鉱石を粉体にして流動層炉に充填し、還元ガス（水素ガス）と炭化ガス（例えばメタンガスなど）の混合ガスと所定温度で反応させることで、鉄鉱石内の鉄酸化物を還元および炭化させてアイアンカーバイドが製造されている。

## 【0003】

この種の技術として、特開平 1-176003 号公報には、図 25 に示すように、「原料投入口 21 と排出口 22 を有する流動層炉 23 の内部を流動化板 24 で上下に仕切り、流動化板 24 の下方にガス吹込室 25 を設け、流動化板 24 の上方の流動化室 26 を仕切板 27 によって複数に分割し（26a～26e）、仕切板 27 と流動化板 24 の間には間隙（連絡口）を設け、この連絡口を経て流動層炉 23 に投入された原料が投入口 21 から排出口 22 に向かって流動状態で流れることを特徴とする流動層粉体処理装置」が記載されている。

## 【0004】

しかし、図 25 に示す流動層炉では、分割室から分割室への移動は仕切板 27 下部に設けた、単なる孔である連絡口により行う方式であるため、隣接する分割室の圧力バランスによってはバックミキシング（下流側分割室内の原料が上流側分割室へ逆移動する現象）が生じることがあり、そのため流動層を分割することによる効果が減殺されてしまう。そこで、本発明の理解を容易ならしめるために、バックミキシング及びそれに関連する従来の流動層炉の有する問題点について詳細に説明する。

## 【0005】

一般に流動層炉では、原料である粉粒体鉱石を焼成したり、反応させたりする。そのためには鉱石が炉内に滞留する時間を長くすることが好ましい。滞留時間を長くするには、炉径を大きくするか又は炉内に滞留する鉱石層高を大きくすればよいが、前者方法は設備コストが大幅に上昇するし、後者方法は炉が大きくなるばかりでなく、ガス供給用コンプレッサの動力が大幅にアップして運転コストが増大する。

## 【0006】

そこで考案されたのが、公知の種々のガス分散器と仕切板を組み合わせた流動層炉である。例えば、分散板方式の場合、図1に示すように、底部に風箱1を有し、風箱1の上方のガス分散器2（分散板）に設けた多数のガス吹出しノズル3よりガスを噴出してガス分散器2上に粉粒体の流動層4を形成し、この流動層4を仕切板5によって複数（4a、4b、4c）に分割した多室分割型流動層炉が知られている。流動層を多室に分割すると（流動層の分割数 $n$ を大きくすると）、鉱石の炉内滞留時間は図2に示すように大幅に増大する。図2において、 $n=1$ は流動層を分割しなかった場合を示す。

## 【0007】

特に、アイアンカーバイド製造プラントのように、数時間以上の炉内滞留時間を必要とするものでは、流動層を多室分割にすることは避けられない（例えば、4分割とか7分割）。ところで、このような特長を有する多室分割型流動層を実現するには、次の2つの要点を満たすことが必須である。

## 【0008】

## ① バックミキシングが生じないこと

すなわち、図3に示すように、鉱石のほとんどが仕切板6によって仕切られた上流側分割室7から下流側分割室8へ連絡口9を経て流れることが必要である。その逆に下流側分割室8から上流側分割室7へ流れる現象（バックミキシング）が生じた場合には、流動層を分割する効果が低減されてしまう。例えば、4分割の場合でも、バックミキシングが生じると、図2に示す鉱石の炉内滞留時間分布曲線は、図4に示すように、 $n=4$ のそれではなく、点線で示すように、 $n$

= 2に近い分布の曲線になることがある。

【0009】

② 上流側分割室と下流側分割室との間の流動層高差を適切な大きさにすること

上流側から下流側に流れるためには、上流側分割室の流動層高が下流側分割室の流動層高より大きくなければならないが、一方、その差は小さい方が望ましい。例えば、7分割室型流動層炉の場合、流動層高差が仮に200mmあるとすれば、全部で1200mm(200mm×6)という大きい値となり、流動層高の平均が1000mmや2000mmのプロセスには適用できなくなる(適用する場合は余分の配慮が必要となる。即ち炉の高さを大きくする必要があり、かつ供給ガス圧力も最も高い流動層高に適合させる必要があるため、設備と運転の両コストの上昇を招いてしまう。また、分割室間へのガスの分配が困難となる。即ち、ガスを噴出するノズルでの圧損を適切に調整しないと、ガスが均等に分配されなくなってしまう)。

【0010】

以上の考え方に基づく、従来の多室分割型流動層炉のバックミキシング防止方法の一つは、分割室と分割室を連絡する連絡口の口径を小さくする方法であるが、連絡口を小さくすると、前後の分割室の流動層高差が大きくなり、上記したような不都合が生じる。

【0011】

さらに、従来の流動層炉の欠点について説明する。

③ 連絡口の長さが100mm以下である場合、バックミキシングを生じる。

一般的に流動層内の各ポイントの圧力は1秒より短い時間周期で変動し、連絡口出入口の圧力差により鉱石が移動する。例えば、図5に示すように、連絡口を通過する鉱石の流量は変動する。図5において、記号「+」は上流から下流への流れを示し、記号「-」は下流から上流への流れ(バックミキシング)を示す。従って、連絡口の長さが短いと(例えば、5mm)、簡単にバックミキシングが生じる。

## 【0012】

しかし、この場合、連絡口の長さが長いと、仮に「-」方向の流れを生じても、「-」方向の流れの鉱石は連絡口内に留まっており、従って、結果的に「+」方向への流れとなる。

## 【0013】

④ 連絡口の入口付近および出口付近に鉱石の密な下降流がない場合、前後の分割室の流動層高差が大きくなり、且つバックミキシングを生じる。

連絡口の入口付近および出口付近に鉱石の密な下降流がない場合、連絡口内に空隙部を生じて多量のガスが通過する。このことは流動層高差が大きくなることにつながる。また、ガスが上流側と下流側の間を流れることにより、バックミキシングを生じてしまう。

## 【0014】

本発明は従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、バックミキシングを生じさせずに、前後の分割室の流動層高差が適正な大きさである流動層炉を提供することにある。

## 【0015】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、連絡口の上下方向の高さを一定以下とし、分割室と分割室を連絡する連絡口の長さを一定以上の大きさとし、連絡口入出口とガス吹出しノズル端面との距離を一定以上にし、さらに、連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくすることにより、連絡口の入口付近および出口付近に原料が停滞せず、バックミキシングを生じることなく、上流側分割室の原料は連絡口を経て下流側分割室へ移動することが可能になる。

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

すなわち、本発明の要旨は、一方の側面から投入された粉粒体原料を炉内下部に配置したガス分散器に設けた多数のガス吹出しノズルより吹出される反応ガスにより流動させつつ反応を行って他方の側面から成品を排出するバブリング型流

動層炉であって、流動層を仕切板によって複数の分割室に分割し、上記仕切板の下部に上流側分割室から下流側分割室へ原料を移動させるための連絡口を設け、該連絡口を通過する原料の平均移動速度が500mm/秒以下である流動層炉において、以下の条件を満たすことを特徴としている。

連絡口の上下方向の位置が流動層高の1/4以下であり、

連絡口の長さが100mm以上であり、

ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が150mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が50mmより大きく、

ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ水平方向の場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100mmより大きく、

ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100mmより大きく、

連絡口の上流側および下流側のいずれの開口部においても、連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくしている。

【0017】

上記のように構成される流動層炉の各構成要素の限定理由について、本発明の作用との関係において、以下に詳細に説明する。

(1) 連絡口内をガスのみが流れないようにする。

連絡口内をガスが流れると圧損が大きくなるので、前後の分割室の流動層高差は大きくなり（同じ粉粒体流量に対して）、且つバックミキシングを生じてしまう。これを防止するためには、連絡口内に粉粒体が充満していることが必要である。すなわち、連絡口内に粉粒体のみが存在すれば、上流側流動層と下流側流動層の圧力差により、粉粒体全体が上流側から下流側に押し出されるようにして移動する（一時的または瞬間的に、少し下流側から上流側へ移動しても、その移動距離が連絡口の長さよりも小さければ問題はない）。

## 【0018】

そこで、連絡口内にガス流れが存在しないようにするためには、以下の手段を採用することが好ましい。

- ① 連絡口の上下方向の位置を流動層高の  $1/4$  以下とすること。

連絡口の上下方向の位置が高すぎるのは好ましくない。というのは、流動層内の粉粒体の密度は上部では薄く、連絡口の位置が高いところにあると、連絡口内にガスが流入しやすくなるからである。従って、連絡口の上下方向の位置は流動層高の  $1/4$  以下であることが好ましい。

## 【0019】

- ② 連絡口入口付近に粉粒体の密な下降流を形成すること。

図6に示すように、分散板10に設けるガス吹出しノズル11の位置を仕切板6より適正な距離だけ離すと、図6に矢印で示すように粉粒体は移動して連絡口9付近には密な下降流が生じる。この連絡口入口付近の密な下降流に阻止されて、連絡口内にガスが流入することはない。

## 【0020】

- ③ 連絡口入口付近の粉粒体の密な下降流の厚さを大きくすること。

連絡口内を経て粉粒体が上流側から下流側へ移動するとき、図7(a)に示すように、この粉粒体の下降流の一部が連絡口9内に流れ込む。このとき、下降流の厚さが薄いと、図7(b)に示すように、粉粒体Pのみならず、ガスGまでも連絡口9内に多量吸い込まれてしまう。多量のガスが連絡口内に吸い込まれると、上記したような問題が生じる。そこで、連絡口入口付近の粉粒体の密な下降流の厚さは大きくなければならないことになる。

## 【0021】

以上、連絡口入口付近に粉粒体の密な下降流を形成し、しかも、その下降流の厚さを大きくする要因について実験を行った結果、図8に示すように、連絡口9とガス吹出しノズル(11a、11b、11c)の相対位置が重要であることが判明した。すなわち、ガス吹出しノズルが連絡口9に近すぎる場合には、粉粒体の下降流の厚さは非常に薄く(または、下降流は形成されず)、連絡口内にガス流れが生じるので、連絡口内を粉粒体が移動し得ないことが分かった。これに対

して、ガス吹出しノズルの位置が連絡口9から離れていればいるほど、連絡口入口付近の下降流の厚さは大きくなることが分かった。

#### 【0022】

すなわち、図9(a)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きである上向きノズル11aの場合、図8(a)に示す連絡口9の入口と上向きノズル11aの端面との距離Xを150mmより大きくするのが好ましい。また、図9(b)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ水平方向である水平向きノズル11bの場合（なお、ノズル内流速は10～80m/秒）、図8(b)に示す連絡口9の入口と水平向きノズル11bの端面との距離Xを200mmより大きくするのが好ましい。また、図9(c)に示すように、ガス吹出し方向が斜め下向きである斜め下向きノズル11cの場合（なお、ノズル内流速は10～80m/秒）、図8(c)に示す連絡口9の入口と斜め下向きノズル11cの端面との距離Xを200mmより大きくするのが好ましい。

#### 【0023】

但し、距離Xの上記限定は、連絡口内の粉粒体の平均移動速度が500mm/秒以下の場合に適用される。というのは、粉粒体の平均移動速度がこれよりも大きい場合、距離Xを一定以上に限定するまでもなく、バックミキシングを一切生じることなく、粉粒体は連絡口の入口から出口に向かって移動するからである。

なお、粉粒体の平均移動速度とは、粉粒体の投入量A (T/H) をその嵩比重 $\gamma$  (T/m<sup>3</sup>) で除することによって得られる流量Q (m<sup>3</sup>/H) を連絡口の断面積 (m<sup>2</sup>) で除することによって得られる数値 (m/H) をいう。

#### 【0024】

④ 連絡口出口付近にも粉粒体の密な下降流を形成すること。

連絡口出口付近に粉粒体の密な下降流が形成されない場合、図10に示すように、連絡口9内の出口部分には粉粒体が存在せずに粉粒体が充満している連絡口の有効長さが短くなる。すると、上記したように、バックミキシングが生じやすくなる。そこで、連絡口出口付近にも入口と同様に密な下降流を形成することが好ましく、そのための方法は入口の場合と同様にガス吹出しノズル端面と連絡口出口との距離Xを一定以上にすればよいが、出口側では連絡口内の粉粒体はず

れ落ちないように押圧する程度でよく、下降流の厚さは入口側の場合よりも薄くてよい。具体的には、以下のとおりである。

#### 【0025】

図9(a)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きである上向きノズル11aの場合、同上距離Xは50mmより大きくするのが好ましい。

また、図9(b)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ水平方向である水平向きノズル11bの場合、同上距離Xは100mmより大きくするのが好ましい。

また、図9(c)に示すように、ガス吹出し方向が斜め下向きである斜め下向きノズル11cの場合、同上距離Xは100mmより大きくするのが好ましい。

#### 【0026】

##### (2) 連絡口前後の粉粒体が停滞しないようにすること

連絡口前後の粉粒体が、図11に示すように停滞すると、連絡口内の粉粒体が移動しなくなってしまう。この粉粒体を移動させるには、連絡口前後の分割室の流動層高差を非常に大きくしなければならない(例えば、数100mmという非経済的な値にしなければならない)。この停滞部分の発生の有無は、連絡口とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度に依存する。一般的には、ガス吹出しノズル近傍の粉粒体はガス流により持ち上げられるため、図12に示すように、連絡口9の下面の角部Pとガス吹出口Qを結ぶ線Lが水平面に対してなす角度 $\alpha$ が粉粒体の安息角より大きいと、連絡口9入口付近に粉粒体の停滞部は生じず、連絡口9内の粉粒体は入口から出口に向けて移動する。しかし、実際には上記角度 $\alpha$ は粉粒体の安息角より多少小さくても連絡口9内の粉粒体の移動に支障はないことが分かった。すなわち、図13に示すように、連絡口9の上面の角部Rとガス吹出口Qを結ぶ線Mが水平面に対してなす角度 $\beta$ が粉粒体の安息角より大きければ、問題ないことが分かった。というのは、 $\alpha$ が粉粒体の安息角より小さくて連絡口入口付近に多少停滞部が存在しても、線Mおよびその近傍の(線Mより下方)のかなりの粉粒体は下降流に伴われて斜面上をずり落ちていくので、連絡口内の粉粒体の移動を実質的に阻止することはないからである。

#### 【0027】

従って、連絡口9の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす



角度は粉粒体の安息角より大きいことが好ましい。

以上の角度 $\alpha$ 、 $\beta$ と粉粒体の安息角との関係は連絡口出口においても同様にするのが好ましい。

なお、このことは分散板のみならず、公知の種々のガス分散器に関しても同様である。

【0028】

### (3) その他

- ① 連絡口下面がガス吹出しノズルの吹出し部先端より上方に位置することが好ましい。連絡口内に停滞部が生じにくくなるからである。
- ② 連絡口の上流側開口部が下流側に向かって漸次径小となることが好ましい。粉粒体が連絡口内に入りやすくなるからである。
- ③ 連絡口の上流側開口部の下面部分が仕切板端面より上流側に向けて突出していることが好ましい。連絡口の入口付近に粉粒体の密な下降流ができやすくなるからである。また、その突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることが好ましい。連絡口入口付近に停滞部が生じにくくなるからである。
- ④ 突出している部分の上面が上流側から下流側に向けて下方に傾斜していることが好ましい。連絡口内を粉粒体が流れやすくなるからである。
- ⑤ 連絡口が上流側から下流側に向かって下方に傾斜していることが好ましい。連絡口内を粉粒体が流れやすくなるからである。
- ⑥ 上記傾斜角が粉粒体の安息角より大きいことが好ましい。停滞部が生じにくくなるからである。
- ⑦ 連絡口の下流側開口部の下面部分が仕切板端面より下流側に向けて突出していることが好ましい。連絡口出口付近に粉粒体の密な下降流が形成されるからである。また、その突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることが好ましい。連絡口出口付近に停滞部が生じにくくなるからである。
- ⑧ 連絡口が仕切板の上流側および下流側の両端面より突出していることが好ましい。仕切板の厚みに関係なく、連絡口の入口側および出口側付近に粉粒体の密な下降流が形成されるからである。

## 【0029】

⑨ 連絡口の間中部に1個または複数個のガス吹出しノズルを設け、そのガス吹出しノズルより連絡口内に反応ガスを吹出すことが好ましい。このようにすることで、連絡口内に粉粒体が停滞しないようにすることができるからである。この反応ガスとしては、流動層炉に導入されるガスの一部または外部より導入したガスを使用することができる。また、ガス吹出しノズルの先端部に多孔質の材料、例えば、多孔質の耐火物（レンガ）を使用することもできる。また、ガス吹出しノズルの先端部が上流側から下流側に向けて斜めに曲がっていれば、連絡口内における粉粒体の停滞を抑止する効果はさらに向上するので好ましい。

## 【0030】

## 【実施例】

以下に本発明の実施例を実験条件とともに図面を参照しながら説明する。

## (1) 実験条件 (1例)

## ① 粉粒体原料

a 嵩比重  $2.0 \text{ T/m}^3$  の鉄鉱石粉を流動層炉実験設備内に  $2.0 \text{ T/H}$  投入した。

b 嵩比重  $1.5 \text{ T/m}^3$  の珪石粉を流動層炉実験設備内に  $2.0 \text{ T/H}$  投入した。

なお、流動層炉実験設備は内部の粉粒体原料の流動現象を明瞭に観察しうるようなプラスチック製の円筒容器を使用した。図1に示す実際の流動層炉との大きな違いは、分散板2を支持する支持パイプ12がないことと、流動層4を仕切る仕切板5の数を1枚としたことである。また、使用したガスは空気であり、温度は常温である。

② 仕切板下部に設けた連絡口の高さは流動層高の約  $1/4$  以下とした。

③ 連絡口の口径は  $150 \text{ mm}$  とした。

④ ①および③の条件より、連絡口を通過する粉粒体原料の平均移動速度は、鉄鉱石粉の場合、 $20 \text{ mm/秒}$  となり、珪石粉の場合、 $30 \text{ mm/秒}$  となる。

## 【0031】

## (2) 基本形式 (図8に示す構成のもの)

連絡口9の長さは200mmである。ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、入口側の距離Xは200mmとし、出口側の距離Xは200mmとした。また、ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、入口側の距離Xは250mmとし、出口側の距離Xは200mmとした。また、角度 $\beta$ （図13参照）は $45^\circ$ とした（鉄鉱石粉の安息角は $40^\circ$ であり、珪石粉の安息角は $30^\circ$ である）。以上の条件で鉄鉱石粉または珪石粉の流動化実験を行ったところ、いずれの粉粒体原料においても、連絡口9を通過する原料は連絡口入出側の圧力差の影響により、出口側へ一定距離移動した後に入口側へ僅か移動するという運動を行いながら、バックミキシングを生じることなく、上流側の分割室から下流側の分割室へ移動した。

なお、ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口入口側の距離Xが150mm以下で連絡口出口側の距離Xが50mm以下の場合には、連絡口内にガスが流れ、上流側と下流側の分割室の流動層高差が異常に大きくなり（約200mm）、かつバックミキシングを生じた。また、ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口入口側の距離Xが200mm以下で連絡口出口側の距離Xが100mm以下の場合には、同様の現象が生じた。

#### 【0032】

また、角度 $\beta$ が粉粒体の安息角以下の場合、連絡口入口付近に停滞部が生じ、粉粒体原料は連絡口内を移動することができなかった。

#### 【0033】

（3）連絡口の上流側開口部を下流側に向かって漸次径小化したもの

図14（a）に示すものは、連絡口9の上流側開口部を曲面状に形成したものであり、図14（b）に示すものは、連絡口の上流側開口部を斜めに切断したものであり、いずれの形状のものも粉粒体原料がスムーズに連絡口9に流入する様子が確認できた。

#### 【0034】

（4）連絡口の上流側開口部の下面部分を仕切板端面より上流側に向けて突出させたもの

図15に示すように、連絡口9の上流側開口部の下面部分13を上流側に

向けて突出させると、連絡口9の入口付近に粉粒体の密な下降流が形成されるのが確認でき、粉粒体は連絡口9内を入口から出口に向けて、バックミキシングを生じることなく移動する様子が確認できた。

## 【0035】

(5) 図15に示す突出している部分の上面の角部を斜めに切断したもの

図15に示す構成の場合、下面部分13上に粉粒体の停滞部が若干発生したが、図16に示すように、下面部分13の上面の角部を斜めに切断することにより、この停滞部が殆ど存在しなくなったことが確認できた。

## 【0036】

(6) 図15に示す突出している部分の上面を上流側から下流側に向けて下方に $30^\circ$ 傾斜させるようにしたもの

図17に示すように、下面部分13を上流側から下流側に向けて下方に $30^\circ$ 傾斜させると、連絡口入出側の流動層圧力差に加えて粉粒体の自重が付加されるので、図15または図16に示す構成のものに比べて、連絡口9内の粉粒体の移動がやや促進される様子が確認できた。

## 【0037】

(7) 連絡口が上流側から下流側に向けて下方に傾斜しているもの

図18に示すように、連絡口9を上流側から下流側に向けて下方に $30^\circ$ 傾斜させると、連絡口内の粉粒体の移動は図8に示す構成のものに比べてやや促進される様子が確認できた。

なお、図17と図18における傾斜角度は、粉粒体の移動を促進するために約 $30^\circ$ 以上とするのが好ましい。

## 【0038】

(8) 連絡口の下流側開口部の下面部分を仕切板端面より下流側に向けて突出させたもの

図19に示すように、連絡口9の下流側開口部の下面部分13を下流側に向けて突出させると、連絡口9の出口付近に粉粒体の密な下降流が形成されるのが確認でき、粉粒体は連絡口9内を入口から出口に向けて、バックミキシングを生じることなく移動する様子が確認できた。

【0039】

(9) 図19に示す突出している部分の角部を斜めに切断したもの

図19に示す構成の場合、下面部分13上に粉粒体の停滞部が若干発生したが、図20に示すように、下面部分13の上面の角部を斜めに切断することにより、この停滞部が殆ど存在しなくなったことが確認できた。

【0040】

(10) 厚さ100mm以下の仕切板の下部に100mm以上の長さの連絡口を上流側と下流側に向けて突出させたもの

上記いずれの例においても、仕切板をカットして連絡口を設けてあるが、図21に示すようなパイプ状の連絡口9aを仕切板6に設けることによっても同様な結果が得られることが確認されている。

【0041】

(11) 連絡口の間中部にガス吹出しノズルを設けたもの

図22は、連絡口9の間中部にガス吹出しノズル14を設け、そのガス吹出しノズル14より連絡口9内に、流動層炉に導入される反応ガスの一部を吹出すようにしたものである。このようにすることで、連絡口9内における粉粒体の停滞部がほとんど存在しなくなったことが確認できた。

図23は、ガス吹出しノズル14の先端部に多孔質の材料15（多孔質の耐火物（レンガ））を使用した場合を示す。このようにノズル先端部を多孔質の材料にしても、図22の場合と同じように、連絡口9内における粉粒体の停滞を抑制する効果が確認できた。

【0042】

図24は、連絡口9に3個のガス吹出しノズル14a、14b、14cを設け、ガス吹出しノズル14a、14b、14cの先端部を上流側から下流側に向けて斜めに曲げたものである。このようにすることで、連絡口9内における粉粒体の停滞は完全になくなったことを確認できた。

【0043】

【発明の効果】

本発明は上記のとおり構成されているので、次に記載するような効果を達成す

ることができる。

① 請求項 1 記載の発明によれば、バックミキシングが生じることなく、しかも上流側と下流側の分割室の流動層高差を適正な大きさに維持しつつ、粉粒体原料は連絡口内を上流側から下流側に向けて移動しうる流動層炉を提供することができる。従って、設備コストと運転コストの低い流動層炉を実現することができる。

【0044】

② 請求項 2 記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。

【0045】

③ 請求項 3 記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が流入しやすい流動層炉を提供することができる。

【0046】

④ 請求項 4 記載の発明によれば、連絡口の入口付近に粉粒体原料の密な下降流が形成されやすい流動層炉を提供することができる。

【0047】

⑤ 請求項 5 記載の発明によれば、連絡口の入口付近に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。

【0048】

⑥ 請求項 6、7、8 記載の発明によれば、連絡口内を粉粒体原料が移動しやすい流動層炉を提供することができる。

【0049】

⑦ 請求項 9 記載の発明によれば、連絡口の出口付近に粉粒体原料の密な下降流が形成されやすい流動層炉を提供することができる。

【0050】

⑧ 請求項 10 記載の発明によれば、連絡口の出口付近に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。

【0051】

⑨ 請求項 11 記載の発明によれば、連絡口の入・出口付近に粉粒体原料の密な

下降流が形成されやすく、しかもバックミキシングが生じにくくて、仕切板の厚さに関係なく、連絡口内を粉粒体原料が上流側から下流側に向けて移動しうる流動層炉を提供することができる。

【0052】

(10) 請求項 12、13、14 記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。

---

【図面の簡単な説明】

【図 1】

多室分割型流動層炉の一実施例の縦断面図である。

【図 2】

流動層炉における原料鉱石量と炉内滞留時間との関係を示す図である。

【図 3】

流動層炉内の原料の移動の様子を模式的に説明する図である。

【図 4】

流動層炉における原料鉱石量と炉内滞留時間との関係を示す図である

【図 5】

分割室と分割室を連絡する連絡口内の原料の移動の様子を説明する図である。

【図 6】

連絡口入口付近の粉粒体の流れを説明する図である。

【図 7】

連絡口入口付近の粉粒体の流れを説明する別の図である。

【図 8】

連絡口入口とガス吹出しノズル端面との距離 X を説明する図である。

【図 9】

図 9 (a) は上向きノズルの断面図、図 9 (b) は水平向きノズルの断面図、図 9 (c) は斜め下向きノズルの断面図である。

【図 10】

連絡口出口付近の粉粒体の充填状況を説明する図である。

【図 1 1】

連絡口入口付近の粉粒体の停滞状況を説明する図である。

【図 1 2】

連絡口上流側の開口部の下面の角部 P とガス吹出口 Q とを結ぶ線が水平面に対してなす角度 ( $\alpha$ ) を説明する図である。

【図 1 3】

連絡口上流側の開口部の上面の角部 R とガス吹出口 Q とを結ぶ線が水平面に対してなす角度 ( $\beta$ ) を説明する図である。

【図 1 4】

連絡口の上流側開口部が下流側に向かって漸次径小となる例を示す断面図である。

【図 1 5】

連絡口の上流側開口部の下面部分が仕切板端面より突出している例を示す断面図である。

【図 1 6】

図 1 5 の突出している部分の上面の角部を斜めに切断した例を示す断面図である。

【図 1 7】

図 1 5 の突出している部分の上面が上流側から下流側に向けて下方に傾斜している例を示す断面図である。

【図 1 8】

連絡口が上流側から下流側に向けて下方に傾斜している例を示す断面図である。

【図 1 9】

連絡口の下流側開口部の下面部分が仕切板端面より突出している例を示す断面図である。

【図 2 0】

図 1 9 の突出している部分の上面の角部を斜めに切断した例を示す断面図である。



【図 2 1】

連絡口が仕切板の上流側および下流側の両端面より突出している例を示す断面図である。

【図 2 2】

連絡口の間中部にガス吹出しノズルを設けた例を示す断面図である。

【図 2 3】

連絡口の間中部に設けたガス吹出しノズルの先端部に多孔質の材料を使用した例を示す断面図である。

【図 2 4】

連絡口の間中部に設けたガス吹出しノズルの先端部が上流側から下流側に向けて斜めに曲がっている例を示す断面図である。

【図 2 5】

従来の流動層炉の一例を示す概略構成図である。

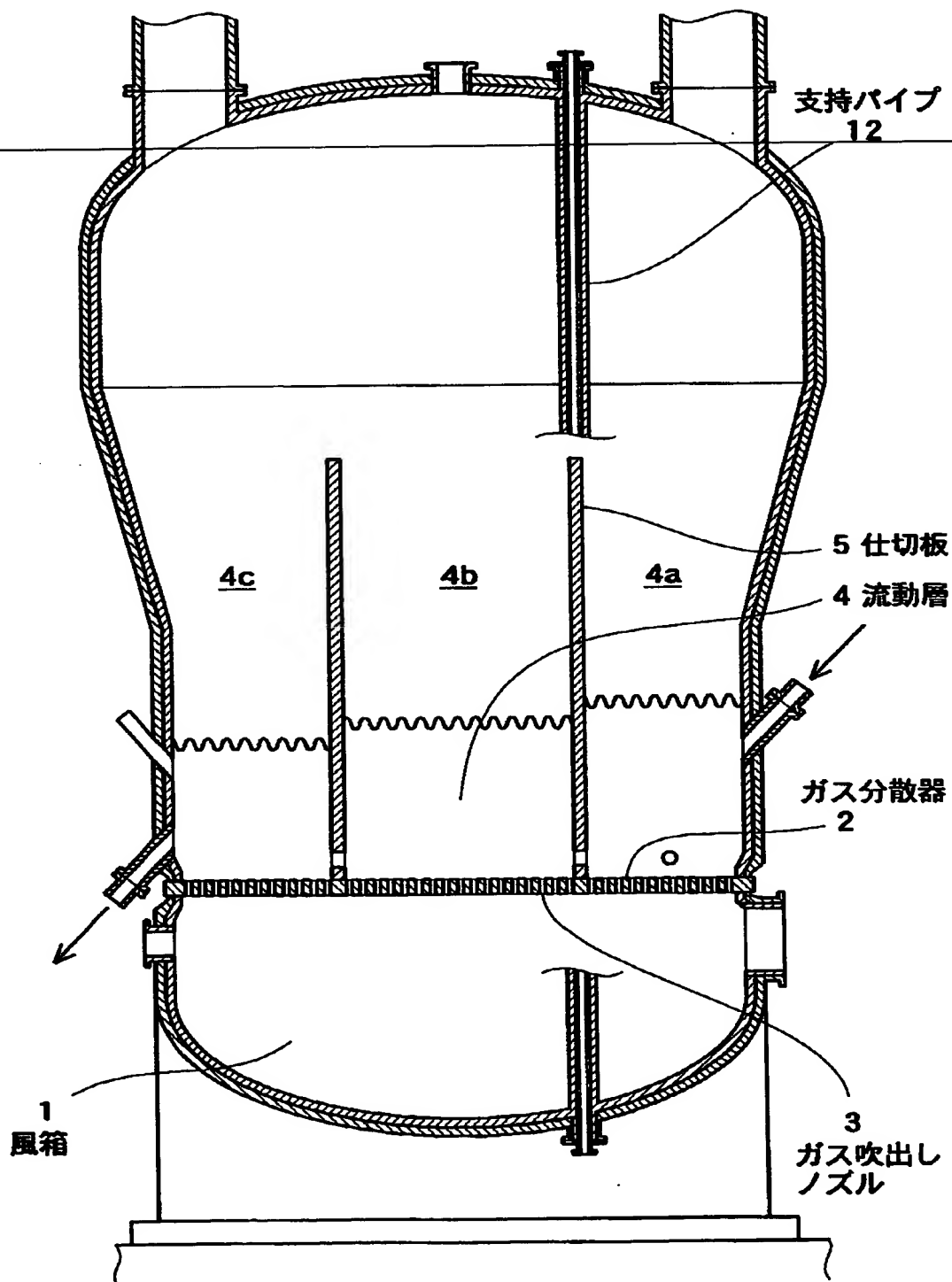
【符号の説明】

- 1 …風箱
- 2、10 …ガス分散器（分散板）
- 3、11、14、14a、14b、14c …ガス吹出しノズル
- 4 …流動層
- 5、6 …仕切板
- 7 …上流側分割室
- 8 …下流側分割室
- 9、9a …連絡口
- 11a …上向きノズル
- 11b …水平向きノズル
- 11c …斜め下向きノズル
- 12 …支持パイプ
- 13 …下面部分

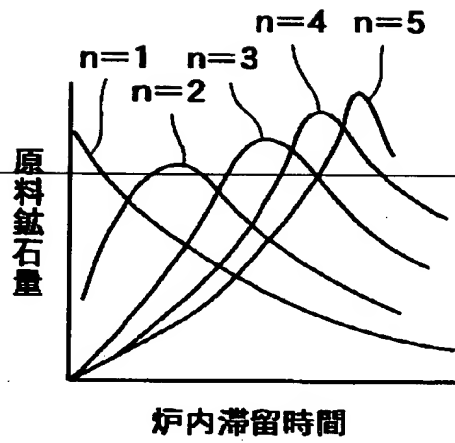
【書類名】

図面

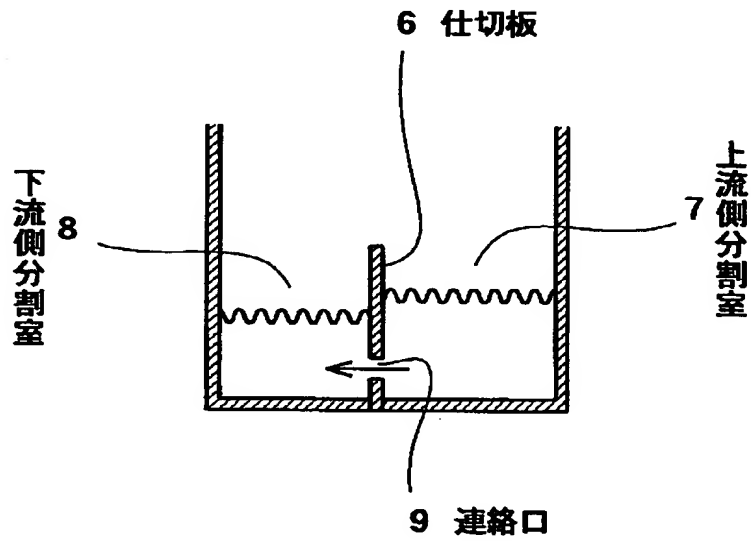
【図 1】



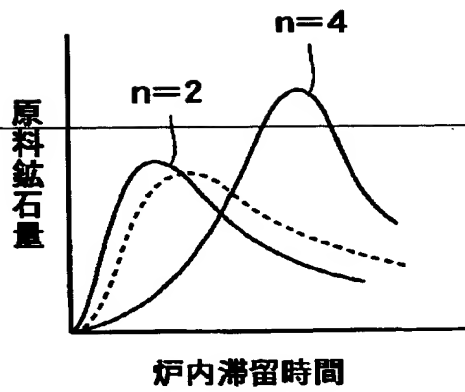
【図 2】



【図 3】



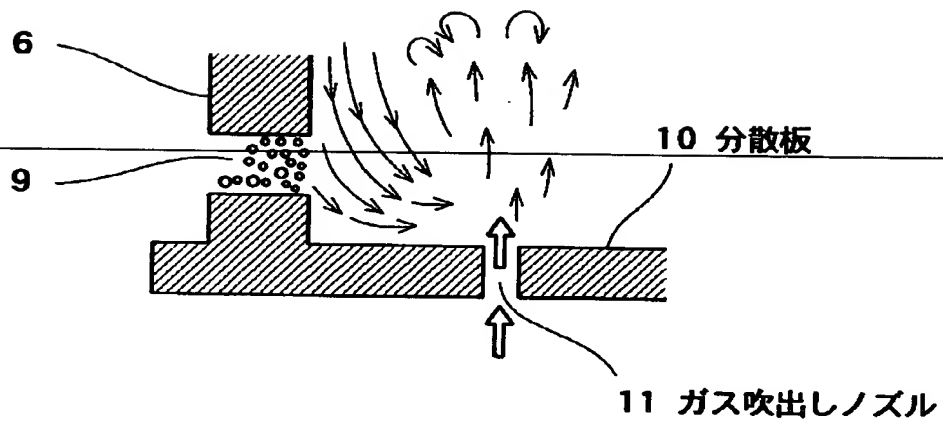
【図 4】



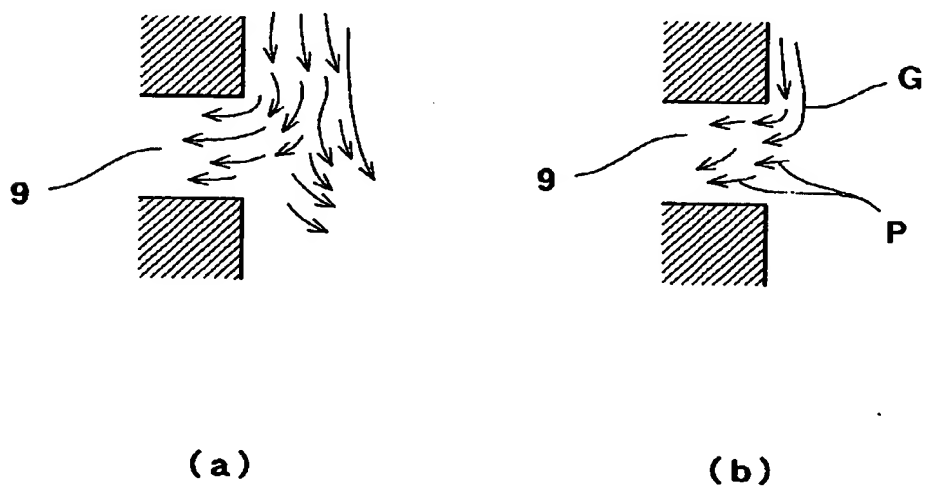
【図 5】



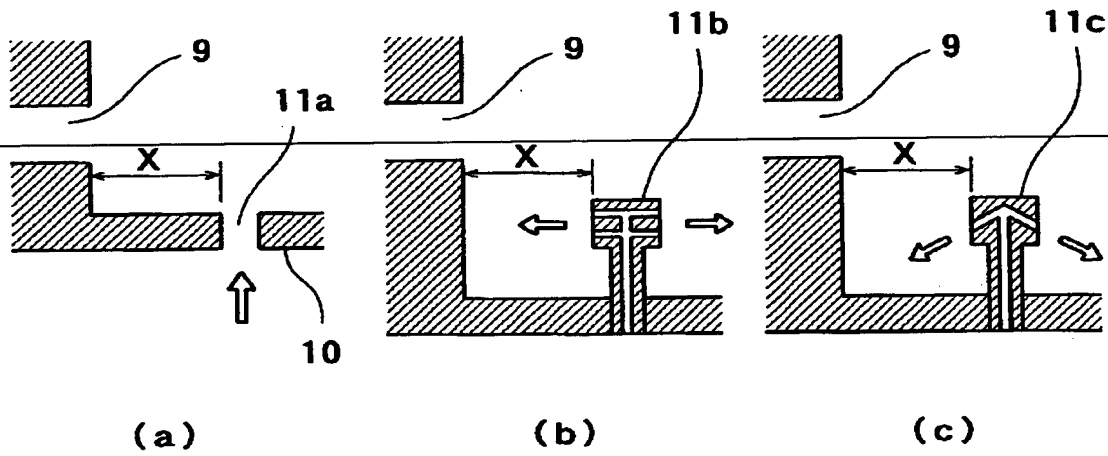
【図 6】



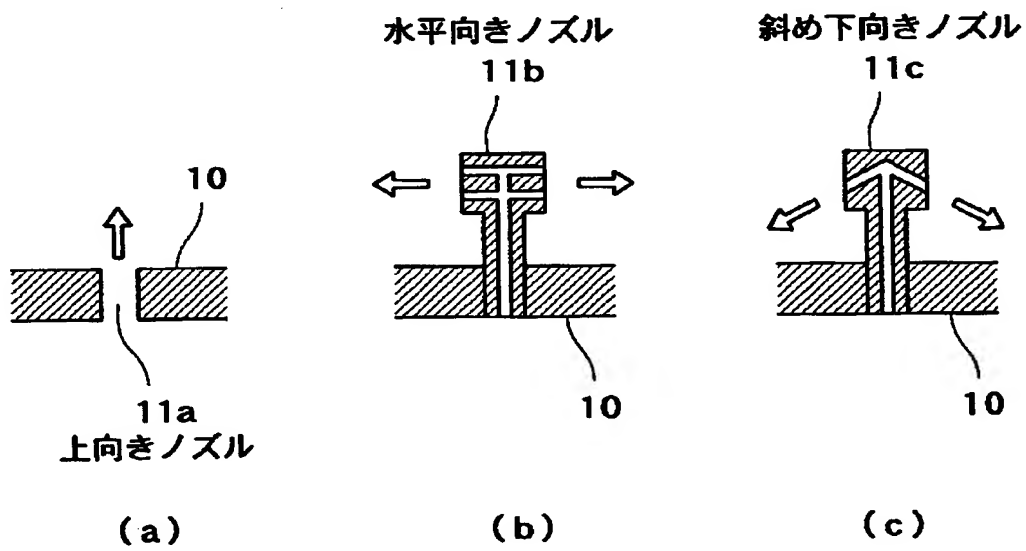
【図 7】



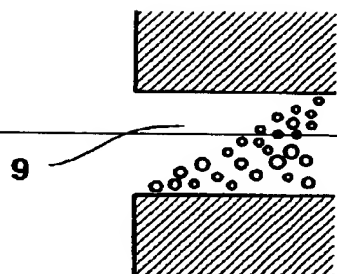
【図 8】



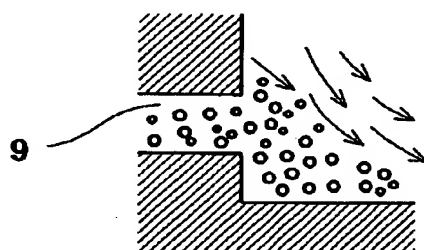
【図 9】



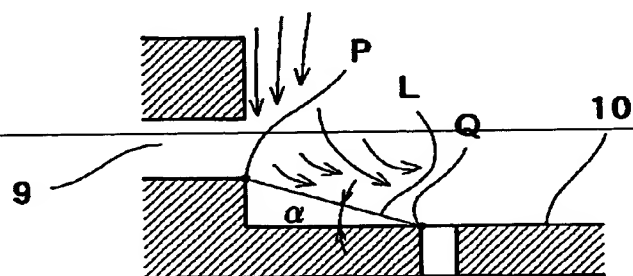
【図 10】



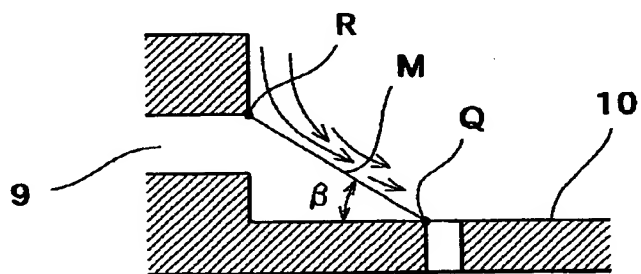
【図 11】



【図 12】

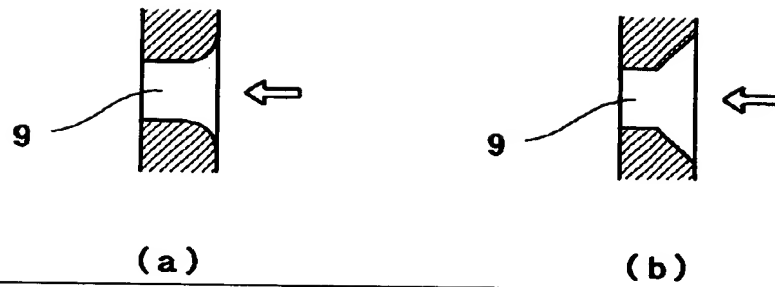


【図 13】

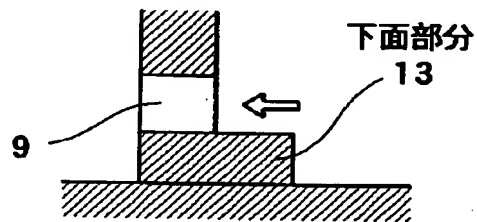




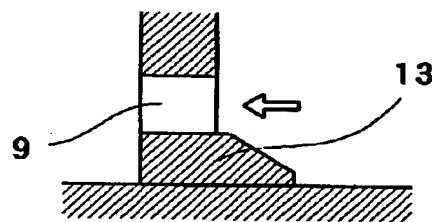
【図 14】



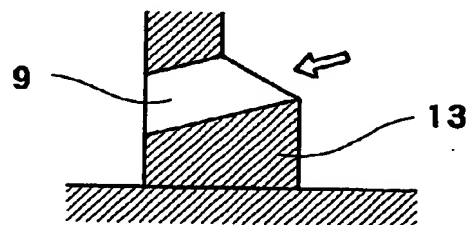
【図 15】



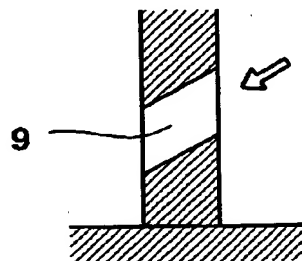
【図 16】



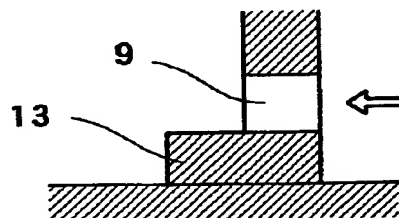
【図 17】



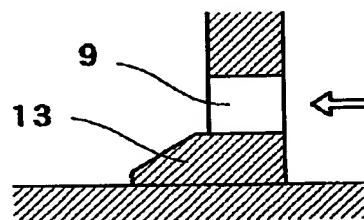
【図 18】



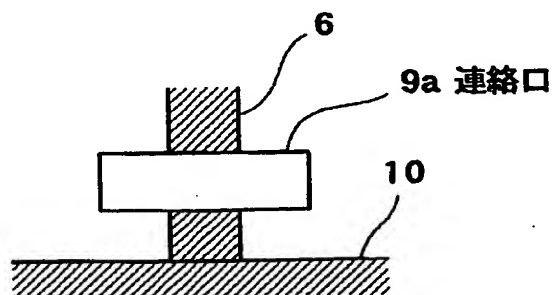
【図 19】



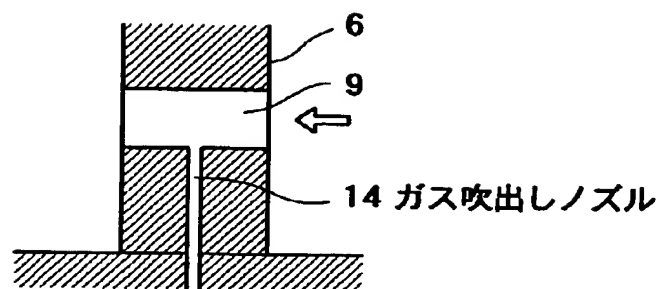
【図 20】



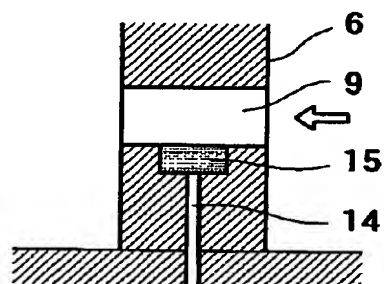
【図 21】



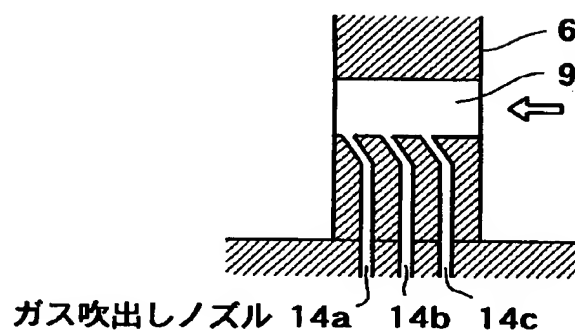
【図 2 2】



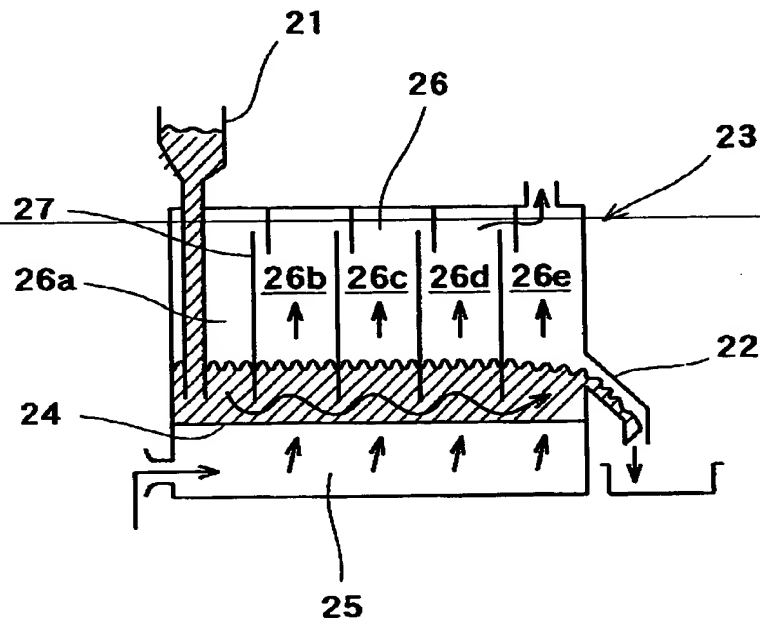
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バックミキシングを生じさせずに、前後の分割室の流動層高差が適切な大きさである流動層炉を提供すること。

【解決手段】 上流側分割室から下流側分割室へ原料を移動させるための連絡口 9 の上下方向の位置が流動層高の  $1/4$  以下であり、連絡口 9 の長さが 100 mm 以上であり、ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口 9 の入口と上流側ノズル端面との距離 (X) が 150 mm より大きく、連絡口 9 の出口と下流側ノズル端面との距離 (X) が 50 mm より大きく、ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ水平方向の場合、連絡口 9 の入口と上流側ノズル端面との距離 (X) が 200 mm より大きく、連絡口 9 の出口と下流側ノズル端面との距離 (X) が 100 mm より大きく、ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口 9 の入口と上流側ノズル端面との距離 (X) が 200 mm より大きく、連絡口 9 の出口と下流側ノズル端面との距離 (X) が 100 mm より大きく、連絡口 9 の上流側および下流側のいずれの開口部においても、連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくしたこと。

【選択図】 図 8

【書類名】  
【訂正書類】

職権訂正データ  
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000000974  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
【氏名又は名称】 川崎重工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】 100065868  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル  
3階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 角田 嘉宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100088960  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3  
階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 高石 ▲さとり▼

【選任した代理人】

【識別番号】 100106242  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル  
3階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 古川 安航

【選任した代理人】

【識別番号】 100107940  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル  
3階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 岡 憲吾

【選任した代理人】

【識別番号】 100108165  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル  
3階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 阪本 英男

【選任した代理人】

【識別番号】 100110951  
【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル  
3階 有古特許事務所  
【氏名又は名称】 西谷 俊男

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000974]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号  
氏 名 川崎重工業株式会社

1